The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Effects of Ventilatory Settings on Pendelluft Phenomenon During Mechanical Ventilation
Author(s)	Enokidani, Yusuke
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/89471
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

論　文　内　容　の　要　旨
Synopsis of Thesis

氏　名 Name	榎谷　祐亮
論文題名 Title	Effects of Ventilatory Settings on Pendelluft Phenomenon During Mechanical Ventilation （人工呼吸中の換気条件がペンデルフト現象の発生に与える影響）

論文内容の要旨

〔目　的(Purpose)〕

通常、ARDS肺では背側で含気が減少しているが、ARDS患者の人工呼吸管理中に自発呼吸努力を残した際、吸気相の早期に、より含気の多い腹側肺から背側肺に向けて肺内でガスの移動が生じることが判り、これをペンデルフト現象と呼ぶ。このガスの移動により、背側肺の過膨張と腹側肺の虚脱をきたし、更なる肺障害の原因となっている可能性が指摘されるが、一回換気量の増減を伴わない等、通常のモニタリングでは現象の発生を捉えるのが困難であり、生体での検証には限界があるため、今回、人工的なペンデルフト現象の再現モデルを確立し、人工呼吸器設定がペンデルフトの程度に与える影響について検証を行った。

〔方法ならびに成績(Methods/Results)〕

ペンデルフト再現モデルはツインベロータイプのモデル肺を2組使用して作製した。1組のツインベローのうち一方で肺領域、もう一方で横隔膜の挙動を再現することとした。に割り当て、横隔膜ベローは人工呼吸器を用いて駆動させ、その挙動が肺ベローに伝わって駆動することで自発呼吸を再現している。このセットを2組準備して一方を背側肺領域、もう一方を腹側肺領域に見立て、横隔膜ベローに接続した2台の人工呼吸器は同期した状態で駆動させた。更に、2つの肺ベローは別に準備した1台の人工呼吸器で換気を行った。横隔膜ベローに接続した人工呼吸器の駆動条件を変更することで、自発呼吸努力により発生する胸膜圧陰圧の強弱を再現した。ペンデルフト現象の発生の程度については、背側肺領域において自発呼吸努力を消失させた際と比し、自発呼吸努力を発生させた際に増加する一回換気量の差をペンデルフト量と定義して評価を行った。また、腹側肺領域と背側肺領域との間のガスのフローを測定し、それを基に肺領域間のガスの移動量を算出した。肺ベローを換気する人工呼吸器の設定については、換気モード・吸気トリガー・吸気の立ち上がり・呼気サイクリングを変更し、ペンデルフト量の変化について検討を行った。

この再現モデルを駆動させると、吸気相早期に腹側肺領域から背側肺領域へのガスの移動が観察され、ペンデルフト現象を再現し得たと考えられた。腹側肺領域と背側肺領域との間の胸膜圧陰圧の較差が拡大するとペンデルフトの発生の程度が増強し、また、腹側肺と背側肺との間に肺メカニクスの差が存在すると、両肺領域間の胸膜圧陰圧の較差が大きくなくてもペンデルフトが発生しやすくなった。一方、人工呼吸器の設定に関しては、吸気トリガーや吸気時間の変更により両肺領域間のガスの移動量に一部影響を与えたが限定的であり、ペンデルフト量に対してはほとんど影響を与えなかった。

〔総　括(Conclusion)〕

人工的なペンデルフト現象の再現モデルを確立し得た。ペンデルフト現象は、肺領域間の胸膜圧陰圧の不均一性によって生じ、胸膜圧陰圧の較差が拡大することでペンデルフト発生の程度は増強した。また、肺領域間のメカニクスに差が生じると、胸膜圧陰圧の較差が小さい状態でもペンデルフトが発生していた。一方、人工呼吸器設定の変更によっては、ペンデルフト発生の程度にはほぼ影響を与えることはできなかった。

論文審査の結果の要旨及び担当者

（申請者氏名）榎谷　祐亮

		（職）	氏　名
論文審査担当者	主　査	大阪大学教授	藤野裕士
	副　査	大阪大学教授	宮川繁
	副　査	大阪大学教授	新谷康

論文審査の結果の要旨

急性呼吸促拍症候群（acute respiratory distress syndrome; ARDS）は今日においても高い死亡率を呈し、集中治療領域において克服すべき病態の1つである。本研究のテーマであるペンデルフト現象は、人工呼吸中のARDS患者において自発呼吸努力の発生に伴って生じる肺内部でのガスの移動として2013年に報告され、その発生により肺障害の増悪の原因となる可能性が示唆されている。ARDSでは、肺内における障害の程度の不均一性に起因して、呼吸器系メカニクスおよび自発呼吸努力により胸膜にかかる陰圧に較差が生じることが知られているが、本研究では、ペンデルフト現象を再現する人工的なモデルを確立し、これらの較差の程度によりペンデルフト現象の程度が変化すること、および、人工呼吸器の設定を変更してもペンデルフト現象の発生に与える影響は僅かであることを示した。患者や動物モデルではペンデルフト現象の発生の把握や程度の評価、呼吸器系メカニクスや自発呼吸努力の強度のコントロールは困難であり、生体で得難い新規の知見を示した点で、学位の授与に値すると考えられる。